

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-281543

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G06T 7/20

(21)Application number : 2002-085852

(71)Applicant : NAMCO LTD

(22)Date of filing : 26.03.2002

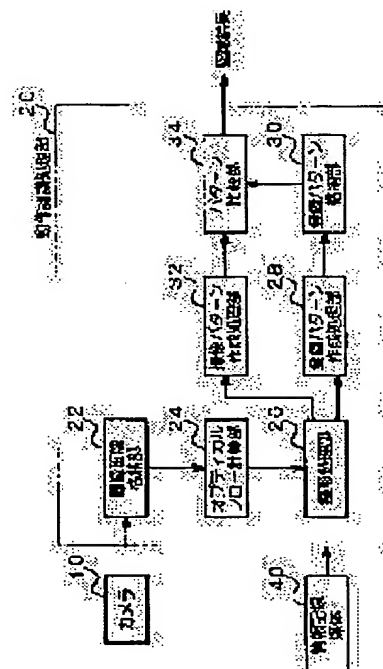
(72)Inventor : SATOU KOUTAROU

(54) OPERATION RECOGNIZING DEVICE, OPERATION DETECTING METHOD AND INFORMATION RECORD MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an operation recognition device and method, and an information record medium, enabling simplification of processing contents, reduction of processing time and reduction of cost.

SOLUTION: An optical flow (a moving vector) calculating part 24 computes the average value of configuration pixels in each frame. A shaping processing part 26 conducts normalization processing for the average value. An image pickup pattern creating processing part 32 conducts voting processing for assigning a dot corresponding to the normalized value to a concerned position in a designated space, and repeats the processing for the number of frames. The space is divided into a designated number, and an image pickup pattern representing to which dividing position the dot is assigned is created by an image pickup pattern creating processing part 32. A pattern comparing part 34 compares the image pickup pattern with a plurality of registered patterns which have been previously registered and selects the nearest register pattern as an authentication result.



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An operation recognition device comprising:

An imaging means which picturizes a recognition object thing contained in a predetermined imaging range.

A changing condition calculating means which computes a changing condition of a picture picturized by said imaging means about each of two or more frames.

An image picked up pattern creation processing means to create an image picked up pattern in which it is shown to which region division said changing condition which divided into a region division of a predetermined number space specified by a variable of two or more ingredients which specifies said changing condition, and was computed about each of two or more of said frames corresponds.

A registration pattern storing means which stores two or more registration patterns corresponding to two or more registering object operations created in the same way as said image picked up pattern created by said image picked up pattern creation processing means, A pattern comparing means which compares said image picked up pattern created by said image picked up pattern creation processing means with said registration pattern beforehand stored in said registration pattern storing means, and chooses said registration pattern nearest to said image picked up pattern.

[Claim 2]An operation recognition device, wherein said two or more frames are classified into two or more groups corresponding to a time series variation in claim 1, and said image picked up pattern creation processing means creates said image picked up pattern so that a correspondence relation with said two or more groups may be known.

[Claim 3]An operation recognition device, wherein said changing condition computed by said changing condition calculating means in claim 1 or 2 is the average value of a movement vector calculated about each pixel which constitutes said frame.

[Claim 4]An operation recognition device, wherein said changing condition computed by said changing condition calculating means in claim 1 or 2 is the inter-frame variation of a centroid position of said recognition object thing.

[Claim 5]An operation recognition device, wherein said change-of-state calculating means performs processing normalized so that the range of dispersion in said changing condition corresponding to each of two or more of said frames may become fixed in either of claims 1-4.

[Claim 6]An operation recognition device, wherein said registration pattern stored in said registration pattern storing means supports the same registering object operation of multiple times in either of claims 1-5.

[Claim 7]An operation recognition device whenever one changing condition of said frame after another is computed by said changing condition calculating means in either of claims 1-6, wherein said image picked up pattern creation processing means creates said image picked up pattern using a changing condition of said frame of a prescribed number before it.

[Claim 8]An operation recognition device when the m or more same selected results are included in claim 7 in a selected result of n batch continuously created by said image picked up pattern creation processing means, wherein this m or more selected result is used for said pattern comparing means.

[Claim 9]An operation recognition device, wherein matching of said changing condition of a frame of 1 about said image picked up pattern or said registration pattern is performed to said two or more region divisions in either of claims 1–8.

[Claim 10]An operation recognition device after choosing said registration pattern of 1 as activity of said recognition object thing in either of claims 1–9, wherein said pattern comparing means does not perform prescribed period selection operation.

[Claim 11]A changing condition calculating means which computes a changing condition of a picture picturized by imaging means characterized by comprising the following about each of two or more frames, Space specified by a variable of two or more ingredients which specifies said changing condition is divided into a region division of a predetermined number, An image picked up pattern creation processing means to create an image picked up pattern in which it is shown to which region division said changing condition computed about each of two or more of said frames corresponds, A registration pattern storing means which stores two or more registration patterns corresponding to two or more registering object operations created in the same way as said image picked up pattern created by said image picked up pattern creation processing means, An operation recognition method of an operation recognition device provided with a pattern comparing means which compares said image picked up pattern created by said image picked up pattern creation processing means with said registration pattern beforehand stored in said registration pattern storing means, and chooses said registration pattern nearest to said image picked up pattern.

A step which computes said changing condition by said changing condition calculating means.

A step which creates said image picked up pattern by said image picked up pattern creation processing means, and a step which chooses said registration pattern of 1 by comparing said image picked up pattern with said registration pattern by said pattern comparing means.

[Claim 12]An operation recognition method, wherein said two or more frames are classified into two or more groups corresponding to a time series variation in claim 11, and said image picked up pattern creation processing means creates said image picked up pattern so that a correspondence relation with said two or more groups may be known.

[Claim 13]An operation recognition method, wherein said changing condition computed by said changing condition calculating means in claim 11 or 12 is the average value of a movement vector calculated about each pixel which constitutes said frame.

[Claim 14]An operation recognition method, wherein said changing condition computed by said changing condition calculating means in claim 11 or 12 is the inter-frame variation of a centroid position of said recognition object thing.

[Claim 15]An operation recognition method, wherein said change-of-state calculating means performs processing normalized so that the range of dispersion in said changing condition corresponding to each of two or more of said frames may become fixed in either of claims 11–14.

[Claim 16]An operation recognition method, wherein said registration pattern stored in said registration pattern storing means supports the same registering object operation of multiple times in either of claims 11–15.

[Claim 17]An operation recognition method whenever one changing condition of said frame after another is computed by said changing condition calculating means in either of claims 11–16, wherein said image picked up pattern creation processing means creates said image picked up pattern using a changing condition of said frame of a prescribed number before it.

[Claim 18]An operation recognition method when the m or more same selected results are included in claim 17 in a selected result of n batch continuously created by said image picked up pattern creation processing means, wherein this m or more selected result is used for said pattern comparing means.

[Claim 19]An operation recognition method, wherein matching of said changing condition of a frame of 1 about said image picked up pattern or said registration pattern is performed to said two or more region divisions in either of claims 11–18.

[Claim 20]An operation recognition method after choosing said registration pattern of 1 as activity of said recognition object thing in either of claims 11–19, wherein said pattern comparing means does not perform prescribed period selection operation.

[Claim 21]A step which computes said changing condition by said changing condition calculating means to an operation recognition treating part characterized by comprising the following, An information recording medium which stored a program which performs a step which creates said image picked up pattern by said image picked up pattern creation processing means, and a step which chooses said registration pattern of 1 by comparing said image picked up pattern with said registration pattern by said pattern comparing means.

A changing condition calculating means which computes a changing condition of a picture picturized by imaging means about two or more frames.

An image picked up pattern creation processing means to create an image picked up pattern in which it is shown to which region division said changing condition which divided this space into a region division of a predetermined number while assuming space specified by a variable of two or more ingredients which specifies said changing condition, and was computed about each of two or more of said frames corresponds.

A registration pattern storing means which stores two or more registration patterns corresponding to two or more registering object operations created in the same way as said image picked up pattern created by said image picked up pattern creation processing means.

A pattern comparing means which compares said image picked up pattern created by said image picked up pattern creation processing means with said registration pattern beforehand stored in said registration pattern storing means, and chooses said registration pattern nearest to said image picked up pattern.

.....
[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the identification unit of operation, method, and information recording medium which identify the contents of operation of a substance to be detected.

[0002]

[Description of the Prior Art]A motion of people's hand, the head, etc. is picturized with a camera, and various kinds of art of recognizing the contents of the motion based on the image pick-up result is known from the former. For example, the technique of Hidden Markov Model (HMM) is used, or the conventional technology which uses the technique of dynamic programming (DP) is known. By recognizing people's hand and the contents of the motion of the head using these techniques, it becomes possible to build the system etc. to which various kinds of operations corresponding to this recognition result are made to perform.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, the conventional method using Hidden Markov Model, dynamic programming, etc. which were mentioned above, Since [this] there was a problem that processing was complicated and processing time started, If it is going to choose the pattern of 1 corresponding to the photoed motion from many operation patterns registered beforehand, The highly efficient processing unit which can perform complicated processing for a short time is needed, a device becomes expensive, and it cannot apply to the system by which the manufacturing cost etc. are held down.

[0004]this invention is created in view of such a point, and comes out. The purpose is simple for the contents and there are in providing the identification unit of operation, method, and information recording medium which can lower shortening and apparatus cost of processing time.

[0005]

[Means for Solving the Problem]In order to solve a technical problem mentioned above, an operation recognition device of this invention, An imaging means which picturizes a recognition object thing contained in a predetermined imaging range, and a changing condition calculating means which computes a changing condition of a picture picturized by imaging means about each of two or more frames, Space specified by a variable of two or more ingredients which specifies a changing condition is divided into a region division of a predetermined number, An image picked up pattern creation processing means to create an image picked up pattern in which it is shown to which region division a changing condition computed about each of two or more frames corresponds, A registration pattern storing means which stores two or more registration patterns corresponding to two or more registering object operations created in the same way as an image picked up pattern created by an image picked up pattern creation processing means, An image picked up pattern created by an image picked up pattern creation processing means is compared with a registration pattern beforehand stored in a registration pattern storing means, and it has a pattern comparing means which chooses a registration pattern nearest to an image picked up pattern.

[0006]A changing condition calculating means in which an operation recognition method of this

invention computes a changing condition of a picture picturized by imaging means about two or more frames, This space is divided into a region division of a predetermined number while assuming space specified by a variable of two or more ingredients which specifies a changing condition, An image picked up pattern creation processing means to create an image picked up pattern in which it is shown to which region division a changing condition computed about each of two or more frames corresponds, A registration pattern storing means which stores two or more registration patterns corresponding to two or more registering object operations created in the same way as an image picked up pattern created by an image picked up pattern creation processing means, An image picked up pattern created by an image picked up pattern creation processing means is compared with a registration pattern beforehand stored in a registration pattern storing means, A step which is performed in an operation recognition device provided with a pattern comparing means which chooses a registration pattern nearest to an image picked up pattern, and computes a changing condition by a changing condition calculating means, A step which creates an image picked up pattern by an image picked up pattern creation processing means, and a step which chooses a registration pattern of 1 by comparing an image picked up pattern with a registration pattern by a pattern comparing means are included.

[0007]A changing condition calculating means in which an information recording medium of this invention computes a changing condition of a picture picturized by imaging means about two or more frames, This space is divided into a region division of a predetermined number while assuming space specified by a variable of two or more ingredients which specifies a changing condition, An image picked up pattern creation processing means to create an image picked up pattern in which it is shown to which region division a changing condition computed about each of two or more frames corresponds, A registration pattern storing means which stores two or more registration patterns corresponding to two or more registering object operations created in the same way as an image picked up pattern created by an image picked up pattern creation processing means, An image picked up pattern created by an image picked up pattern creation processing means is compared with a registration pattern beforehand stored in a registration pattern storing means, A step which computes a changing condition by a changing condition calculating means to an operation recognition treating part provided with a pattern comparing means which chooses a registration pattern nearest to an image picked up pattern, A program which performs a step which creates an image picked up pattern by an image picked up pattern creation processing means, and a step which chooses a registration pattern of 1 by comparing an image picked up pattern with a registration pattern by a pattern comparing means is stored.

[0008]In order to recognize activity which changes over a multiple frame since a changing condition of 1 of a picture is computed based on an image pick-up result for every frame, A changing condition for a frame number can be computed, a simple image picked up pattern can be created, activity can be recognized only by comparing with a registration pattern, the contents of processing are easy and shortening of processing time and reduction of apparatus cost are attained.

[0009]Two or more frames mentioned above are classified into two or more groups corresponding to a time series variation, and, as for an image picked up pattern creation processing means, it is desirable to create an image picked up pattern so that a correspondence relation with two or more groups may be known. Thereby, recognition processing which took in a time factor of a series of recognition object operations becomes possible.

[0010]As for a changing condition computed by changing condition calculating means mentioned above, it is desirable that it is the average value of a movement vector calculated about each pixel which constitutes a frame. Or as for a changing condition computed by changing condition calculating means mentioned above, it is desirable that it is the inter-frame variation of a centroid position of a recognition object thing. Since a changing condition corresponding to the whole picture for one picturized frame can be known by this, recognition of activity independent of a position in an imaging range is attained.

[0011]As for a change-of-state calculating means mentioned above, it is desirable to perform processing normalized so that the range of dispersion in each corresponding changing condition of two or more frames may become fixed. Thereby, even if it is a case where sizes of operation

of a recognition object thing differ, it becomes possible to recognize as the same activity regardless of the size.

[0012]As for a registration pattern stored in a registration pattern storing means mentioned above, it is desirable to deal with the same registering object operation of multiple times. In order to create a registration pattern of 1, by repeating the same operation of multiple times and performing it, ambiguous recognition operation in consideration of a uncertainty of operation of people, etc. is realizable.

[0013]As for an image picked up pattern creation processing means mentioned above, whenever one changing condition of a frame after another is computed by changing condition calculating means, it is desirable to create an image picked up pattern using a changing condition of a frame of a prescribed number before it. Since this is enabled to recognize activity one after another continuously, specific operation (spotting operation) performed before carrying out recognition object operation becomes unnecessary.

[0014]As for a pattern comparing means mentioned above, when the m or more same selected results are included in a selected result of n batch continuously created by an image picked up pattern creation processing means, it is desirable to adopt this m or more selected result. It enables this to reduce erroneous recognition generated suddenly.

[0015]As for matching of a changing condition of a frame of 1 about an image picked up pattern or a registration pattern mentioned above, it is desirable to be carried out to two or more region divisions. Since an effect of adding a spatial shading off arises by this when a changing condition of 1 is computed, erroneous recognition produced and carried out can be prevented by assigning a changing condition to a region division of 1 by force.

[0016]After a pattern comparing means mentioned above chooses a registration pattern of 1 as activity of a recognition object thing, it is desirable not to perform prescribed period selection operation. Since it is avoidable to carry out recognition processing to unprepared operation at the time of recognition object operation changing by this, etc., erroneous recognition can be prevented.

[0017]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the operation recognition device of one embodiment which applied this invention is explained in detail, referring to drawings.

[A 1st embodiment] Drawing 1 is a figure showing the composition of the sensing device of a 1st embodiment of operation. The operation recognition device shown in drawing 1 is constituted including the camera 10, the operation recognition treating part 20, and the information recording medium 40.

[0018]The camera 10 is for picturizing various kinds of tools (for example, stick) which an operation recognition candidate's body contained in an imaging range and this operation recognition candidate possess with a predetermined time interval. The image data which picturized the recognition object thing is inputted from the camera 10, and the operation recognition treating part 20 recognizes the activity of a recognition object thing based on this image data. For this reason, the operation recognition treating part 20 is constituted including the image pick storage 22, the optical flow calculation part 24, the plastic surgery treating part 26, the registration pattern creation treating part 28, the registration pattern storage 30, the image picked up pattern creation treating part 32, and the pattern comparing element 34.

[0019]The image pick storage 22 stores the image data for every frame inputted with a predetermined time interval from the camera 10. The optical flow calculation part 24 calculates the optical flow for every predetermined infinitesimal area by reading the image data corresponding to two continuous frames from the image pick storage 22. Here, an optical flow is the movement vector calculated for every infinitesimal area, and the value corresponding for every pixel corresponding to image data is calculated. Calculation of the one-set optical flow corresponding to the image data for these two frames is performed using each image data of this frame and the frame in front of one for every interval to which the image data for one frame is outputted from the camera 10.

[0020]Drawing 2 is a figure showing the example of an optical flow. Each division shown in drawing 2 shows each pixel which constitutes one frame, and the arrow drawn into it shows the movement vector which is the pixel. The field on which the arrow is not drawn shows the pixel

without the size of 0 motion of a movement vector. As shown in drawing 2, the movement vector for every pixel which constitutes one frame is calculated as an optical flow.

[0021]The optical flow calculation part 24 calculates the average value of the one-set optical flow corresponding to the image data for two frames. For example, it is considered as the coordinates $(n(x_n, y_n) = 0, 1 \text{ and } 2, \dots)$ of each pixel shown in drawing 2. The value (X ingredient and Y ingredient of a movement vector) of the optical flow of the pixel of these coordinates is made into Fx_n and Fy_n , and average value Fx_{ave} of each ingredient and Fy_{ave} are calculated.

[0022]The plastic surgery treating part 26 performs plastic surgery processing which carries out the multiplication of the predetermined magnification LX and the LY to the average value calculated by the optical flow calculation part 24 so that distribution of the average value of the one-set optical flow calculated about each of the frame of the predetermined number used as a recognition object may spread in the whole predetermined range.

[0023]When a predetermined number is picturized for the operation for registration pattern creation by a frame with the camera 10 and the value (input value) after the plastic surgery corresponding to each of these frames is outputted from the plastic surgery treating part 26, the registration pattern creation treating part 28, The registration pattern which plotted the X ingredient $Px (=Fx_{ave} \times Lx)$ and the Y ingredient $Py (=Fy_{ave} \times Ly)$ of each input value in the square type region on a predetermined flat surface is created.

[0024]Drawing 3 is a figure showing the example of the registration pattern created by the registration pattern creation treating part 28. In drawing 3, Px corresponds to a horizontal axis, Py supports the vertical axis, respectively, and one point supports the input value for every frame. In the example shown in drawing 3, since 12 points are included in the predetermined square type region, the input value of 12 pieces, i.e., the information corresponding to operation for 12 frames, will be included.

[0025]In this square type region, it is divided horizontally $n1$, and is divided perpendicularly $n2$, and the $n1 \times n2$ piece region division is set up for the whole. According to this embodiment, one kind of registration pattern is set up by the number of the points plotted by each region division. In this specification, the processing which plots a point to an applicable region division is called a "voting process."

[0026]The registration pattern storage 30 stores two or more registration patterns corresponding to each of two or more kinds of operations created by the registration pattern creation treating part 28. As mentioned above, the information which shows the number of the points included in each region division shown in drawing 3 is included in each registration pattern.

[0027]When the input value after the plastic surgery corresponding to these frames is inputted from the plastic surgery treating part 26 by which the predetermined number was picturized for recognition object operation by the frame with the camera 10, the image picked up pattern creation treating part 32, The image picked up pattern which plotted the X ingredient Px and the Y ingredient Py of each input value in the square type region on a predetermined flat surface is created. This specification shall explain by calling the result of having performed the voting process based on the image data of recognition object operation an "image picked up pattern."

[0028]The creation point of this image picked up pattern is the same as that [creation] of the registration pattern mentioned above, and processing which asks for the number of the points for every region division shown in drawing 3 about operation used as a recognition object is performed. As shown in drawing 3, it is divided horizontally $n1$, and is divided perpendicularly $n2$, and one image picked up pattern is created by counting the number of the points plotted by each region division.

[0029]The pattern comparing element 34 compares the registration pattern corresponding to each of two or more kinds of operations stored in the registration pattern storage 30 with the image picked up pattern corresponding to the recognition object operation created by the image picked up pattern creation treating part 32, and extracts the registration pattern nearest to an image picked up pattern. For example, the difference of the number of points is searched for for every region division in the square type region shown in drawing 3, and this comparison is

further performed based on the size of the accumulated (the accumulated of the absolute value of a difference may only be used) about all the region divisions in the square of this difference. That is, in order to show that an image picked up pattern and this registration pattern of 0 correspond thoroughly in this accumulated, when such a registration pattern exists, this registration pattern is chosen as a comparison result. When the registration pattern in which accumulated was set to 0 does not exist, a registration pattern with the smallest accumulated is chosen as a comparison result.

[0030]Drawing 4 is a figure showing the outline of the comparison operations by the pattern comparing element 34. In drawing 4, three kinds of patterns A, B, and C shall be beforehand registered as a registration pattern. If image picked up pattern D corresponding to the newest St frame is inputted, the pattern comparing element 34 will compare each of the registration pattern A, B, and C with image picked up pattern D, and will choose the registration pattern A with the smallest accumulated that squared the difference of the number of the points of each region division.

[0031]The information recording medium 40 is because the data of a program required for implementation of the recognition processing performed by the operation recognition treating part 20 or a registration pattern is stored. This information recording medium 40 is constituted using semiconductor memory, such as optical disk type storage media, such as CD (compact disk), ROM, RAM, or a hard disk drive.

[0032]For example, when ROM and RAM which stored the program for a series of operation recognition as the information recording medium 40 are considered. The optical flow calculation part 24 contained in the operation recognition treating part 20, the plastic surgery treating part 26, the registration pattern creation treating part 28, the image picked up pattern creation treating part 32, and the pattern comparing element 34, It can realize by executing this program by CPU, and RAM which stores image data and registration pattern information can realize the taken image storage 22 and registration pattern storage 30.

[0033]In the camera 10 mentioned above, to an imaging means, the optical flow calculation part 24 and the plastic surgery treating part 26 to a changing condition calculating means. The image picked up pattern creation treating part 32 corresponds to an image picked up pattern creation processing means, the registration pattern storage 30 corresponds to a registration pattern storing means, and the pattern comparing element 34 corresponds to a pattern comparing means, respectively.

[0034]The operation recognition device of this embodiment has such composition, and explains the operation below. Drawing 5 is a flow chart showing the rough operation procedures of the recognition processing of the activity by the operation recognition device of this embodiment. If the picture for one frame containing a recognition object thing is picturized and acquired with the camera 10, the image pick storage 22 stores in the image pick storage 22 the image data acquired by this image pick-up (Step 100).

[0035]Next, the optical flow calculation part 24 computes the one-set optical flow corresponding to the image data for two frames stored in the image pick storage 22, and its average value, Average value $F_{x_{ave}}$ of the lot corresponding to the image data of one frame used as a recognition object and $F_{y_{ave}}$ are outputted (Step 101). The plastic surgery treating part 26 performs plastic surgery processing which carries out the multiplication of the predetermined magnification LX and the LY to this average value, and outputs the input value Px of a lot, and Py (Step 102).

[0036]Next, the registration pattern creation treating part 28 judges whether register mode is specified (Step 103), and the image picked up pattern creation treating part 32 judges whether recognition mode is specified (Step 104). In the operation recognition device of this embodiment, before performing the image pick-up with the camera 10, either "register mode" or "recognition mode" shall be specified selectively. When "register mode" is specified, the registration pattern creation treating part 28 performs an affirmative judgment in the judgment of Step 103, next carries out the voting process corresponding to the image pick for one frame (Step 105). For example, when it is the registration pattern in which the whole square type region shown in drawing 3 was completed, processing which plots one point corresponding to this one frame, and assigns it to an applicable region division as a voting process corresponding

to the image pick for one frame is performed.

[0037]An end of the registration processing for one frame will judge whether a series of processings about one registration pattern creation ended the registration pattern creation treating part 28 (Step 106). If the time corresponding to one registration pattern, i.e., frame number St, shall be set up, when processing for the frame of this St individual will not be completed, A negative judgment is performed in the judgment of Step 106, it returns to Step 100, and acquisition of the image data for one frame and the processing after storing operation are repeated. When processing for the frame of St individual is completed, an affirmative judgment is performed in the judgment of Step 106, next the registration pattern creation treating part 28 creates one registration pattern corresponding to the frame of St individual, and this is stored in the registration pattern storage 30 (Step 107). Then, it returns to Step 100 and acquisition of the image data for one frame and the processing after storing operation are repeated. Thus, registration processing about 1 or two or more registration patterns used as a recognition object is performed.

[0038]On the other hand, when "recognition mode" is specified, the image picked up pattern creation treating part 32 performs an affirmative judgment in the judgment of Step 104, next the image picked up pattern creation treating part 32 carries out the voting process corresponding to the image pick for one frame (Step 108). In being the image picked up pattern of recognition object operation in which the whole square type region shown in drawing 3 was completed like the voting process which followed the registration pattern mentioned above, for example, Processing which plots one point corresponding to this one frame, and assigns it to an applicable region division as a voting process corresponding to the image pick for one frame is performed.

[0039]An end of the voting process for one frame will judge whether the processing about a series of image picked up patterns corresponding to one recognition object operation ended the image picked up pattern creation treating part 32 (Step 109). When processing for the frame of St individual is not completed, a negative judgment is performed in the judgment of Step 109, it returns to Step 100, and acquisition of the image data for one frame and the processing after storing operation are repeated. When processing for the frame of St individual is completed, It is performed by the affirmative judgment in the judgment of Step 109, and next, the pattern comparing element 34, A series of image picked up patterns corresponding to recognition object operation are compared with each registration pattern stored in the registration pattern storage 30, and a difference chooses the smallest registration pattern as a recognition result to recognition object operation (Step 110).

[0040]In the operation recognition device of this embodiment, lot calculation of the motion ingredient of a recognition object thing is carried out for each [which was picturized with the camera 10] frame of every, The comparison operations to two or more comparison patterns registered beforehand are performed using the image picked up pattern created by judging the region division corresponding to this motion ingredient. Thus, in order to recognize the activity which changes over a multiple frame since the average value of an optical flow is computed based on the image pick-up result for every frame, Each average value for a frame number can be computed, a simple image picked up pattern can be created, activity can be recognized only by comparing with a registration pattern, the contents of processing are easy and shortening of processing time and reduction of apparatus cost are attained.

[0041]By the way, in the explanation of this embodiment mentioned above, in order to create a registration pattern, were made to carry out a series of operations only once, but. In the case where a motion of people's hand and the head is recognized etc., the recognition technique which is difficult for reproducing the same motion correctly each time even if the same person performs the same motion, and permits a certain amount of ambiguity may be desired.

[0042]It is, even if it adopts the technique 1 or the technique 2 shown below as a technique in the case of permitting such ambiguity, and it is **.

(Technique 1) When creating a registration pattern, the same operation is repeated two or more times, and a registration pattern is created. For example, after having considered the case where the same operation was repeated 3 times the registration pattern shown in drawing 3 corresponding to the 1st operation is created, corresponding to the 2nd time and the 3rd

operation, it is made to perform a voting process to the same registration pattern in piles. If three operations are completely the same, the number of the points included in each region division shown in drawing 3 will increase 3 times correctly, but when operation shows dispersion, predetermined breadth arises in the region division where each point is contained. Therefore, when the comparison operations to recognition object operation are performed next, a possibility of being chosen becomes high in being close to either of three register operation mentioned above.

[0043](Technique 2) When creating a registration pattern, in the voting process at the time of creating the image picked up pattern corresponding to recognition object operation, it is made to perform spatial shading-off processing. Drawing 6 is a figure showing the example of the voting process at the time of performing spatial shading-off processing. The case where three voting processes corresponding to three frames are performed is shown by the example shown in drawing 6. It is a center at the time of the center of each circle which has predetermined breadth casting its vote, and the circle which has a predetermined radius around these centers is drawn. Density is thin, so that this circle has so deep density that it approaches a center and it approaches on the outskirts (in drawing 6, density is so deep that the interval of hatching is narrow, and it is considered as what has thin density, so that an interval becomes large). In consideration of the area and density of a circle which are contained in each region division, the ballot results of each region division are determined. That is, although vote was performed to any 1 region division in the example shown in drawing 3 by one vote corresponding to one frame, vote is performed to two or more region divisions in the example shown in drawing 6 by one vote corresponding to one frame. Some examples can be considered about the method of the vote to each region division. For example, the case where the result of having carried out the multiplication of the area and density correctly for each [a part of circle is contained] region division of every is made into ballot results, and the case where make the predetermined numerical value a correspond to the region division where the center of a circle is contained, and the predetermined numerical value b ($<a$) is made to correspond to each region division where a part of other circle is contained can be considered.

[0044]Drawing 7 is a figure showing other examples of the voting process at the time of performing spatial shading-off processing. In the example shown in drawing 7, the whole quadrangle to which hatching was given shows 1 time of the ballot results corresponding to one frame. That is, to having plotted one point to the region division of 1 in one voting process, in one voting process, three points are plotted to the region division where a voting value is included, and one point is plotted to each eight region division of the circumference by the example shown in drawing 7 in the example shown in drawing 3. Even if it does in this way, it becomes possible to obtain a result equivalent to the case where a voting process is performed using the circle which has the predetermined radius shown in drawing 6.

[0045]Since various motions which are not directly related to a registration pattern are picturized with the camera 10 when recognition object operation changes, the case where these various motions serve as a noise and appear can be considered. Drawing 8 is a figure showing the example of the method of removing the noise contained in a recognition result. As shown in drawing 8, whenever the image data of each frame is outputted from the camera 10, comparison processing using the St frame just before this frame is included is carried out, and the registration pattern nearest to an image picked up pattern is extracted. When its attention is paid to 8 times ($=n$) of the registration patterns which repeated this extracting processing for every frame, for example, were extracted immediately before, and the same registration pattern is contained more than 6 times ($=m$), this registration pattern is determined as a recognition result. In the example shown in drawing 8, as 8 times of latest recognition results, since 6 times and the pattern Y are extracted twice, the pattern X is determined as a final recognition result [pattern / X] at this time. Thus, reduction of the noise contained in a recognition result is attained. In the example shown in drawing 8, the pattern Y extracted twice is removed as a noise.

[0046][A 2nd embodiment] According to a 1st embodiment mentioned above, since its vote is cast in the way same about the total range of recognition object operation, the time factor of each operation included in recognition object operation is not taken into consideration.

Therefore, when there is recognition object operation which consists of the operation A and the operation B, and performing previously the case where operation A is performed previously, and operation B, it becomes the same recognition result. On the other hand, in the operation recognition device of a 2nd embodiment, recognition processing in consideration of the time factor of each operation included in recognition object operation is made possible by doing a division of the frame of St individual contained in recognition object operation, and performing a voting process for every St/n frame. The basic constitution of the operation recognition device of a 2nd embodiment is the same as the operation recognition device of a 1st embodiment shown in drawing 1, and detailed explanation is omitted.

[0047]Drawing 9 is a figure showing the creation point of the registration pattern of a 2nd embodiment, and an image picked up pattern. In drawing 9, a trichotomy (for example, quadrisection) of the frame of St individual contained in recognition object operation is done, and the ballot results for every three St/n are put in order along with the time-axis T.

[0048]Drawing 10 is a figure showing the outline of the comparison operations by the pattern comparing element 34. In drawing 10, three kinds of patterns A, B, and C in which the time factor was taken into consideration shall be beforehand registered as a registration pattern. If image picked up pattern D corresponding to the newest St frame is inputted, the pattern comparing element 34 will compare each of the registration pattern A, B, and C with image picked up pattern D, and will choose the registration pattern A with the smallest accumulated that squared the difference of the number of the points of each region division.

[0049]Thus, a trichotomy of the frame of St individual corresponding to recognition object operation is carried out, and it becomes possible to recognize the activity which also took into consideration one-by-one time application about two or more operations which constitute recognition object operation by [corresponding to each which was divided] performing a voting process for every multiple frame.

[0050]This invention is not limited to the above-mentioned embodiment, and various modification implementation is possible for it within the limits of the gist of this invention. For example, although each of the registration pattern and the image picked up pattern was created in the embodiment mentioned above using the frame of a prescribed number, When the duration time of the operation at the time of creating a registration pattern differs from the duration time of the operation at the time of creating an image picked up pattern, the duration time of the operation at the time of creating an image picked up pattern is shortened or extended by calculation, and it may be made to coincide duration time of operation. For example, when the value of the optical flow corresponding to the image pickup position of 1 is calculated as a discrete value corresponding to each frame, to perform interpolation processings (linear interpolation processing, spline interpolation processing, etc.) which used these discrete values, and what is necessary is just made to change a frame number.

[0051]Although the embodiment mentioned above explained the operation in the case of recognizing the contents of recognition object operation continuously using the picture inputted from the camera 10, Since a noise is contained in a recognition result when recognition object operation changes, as mentioned above, in order to prevent this, after one recognition processing is completed and a recognition result is outputted, fixed time (for example, for 3 seconds) recognition processing is suspended, and it may be made to suppress generating of the noise by erroneous recognition.

[0052]Although the changing condition of the picture for every frame was detected in quest of the average value of an optical flow in the embodiment mentioned above, The center of gravity of a recognition object thing is searched for for every other method, for example, a frame, and after detecting the quantity which this centroid position moves by inter-frame, a normalizing process is performed and it may be made to perform a voting process.

[0053]Drawing 11 is a figure showing the example in the case of searching for the center of gravity of the recognition object thing contained in a frame. In order to search for the center of gravity G of a recognition object thing as shown in drawing 11, it is necessary to pretreat beforehand and to extract the outline R of a recognition object thing. For example, when a background color is set to white etc., by comparing the luminosity of each pixel with a predetermined threshold, only a recognition object thing can be extracted and it becomes

possible to search for the center of gravity G about the pixel which exists in the inside of the outline R of this recognition object thing. Thus, it may be made to perform a voting process using the continuation 2 inter-frame difference (variation) of the center of gravity G searched for.

[0054]

[Effect of the Invention]As mentioned above, in order to recognize the activity which changes over a multiple frame since the changing condition of 1 of a picture is computed based on the image pick-up result for every frame according to this invention, The changing condition for a frame number can be computed, a simple image picked up pattern can be created, activity can be recognized only by comparing with a registration pattern, the contents of processing are easy and shortening of processing time and reduction of apparatus cost are attained.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a figure showing the composition of the sensing device of a 1st embodiment of operation.

[Drawing 2]It is a figure showing the example of an optical flow.

[Drawing 3]It is a figure showing the example of the registration pattern created by the registration pattern creation treating part.

[Drawing 4]It is a figure showing the outline of the comparison operations by a pattern comparing element.

[Drawing 5]It is a flow chart showing the rough operation procedures of the recognition processing of the activity by the operation recognition device of this embodiment.

[Drawing 6]It is a figure showing the example of the voting process at the time of performing spatial shading-off processing.

[Drawing 7]It is a figure showing other examples of the voting process at the time of performing spatial shading-off processing.

[Drawing 8]It is a figure showing the example of the method of removing the noise contained in a recognition result.

[Drawing 9]It is a figure showing the creation point of the registration pattern of a 2nd embodiment, and an image picked up pattern.

[Drawing 10]It is a figure showing the outline of the comparison operations by a pattern comparing element.

[Drawing 11]It is a figure showing the example in the case of using the variation of the center of gravity.

[Description of Notations]

10 Camera

20 Operation recognition treating part

22 Image pick storage

24 Optical flow calculation part

26 Plastic surgery treating part

28 Registration pattern creation treating part

30 Registration pattern storage

32 Image picked up pattern creation treating part

34 Pattern comparing element

[Translation done.]

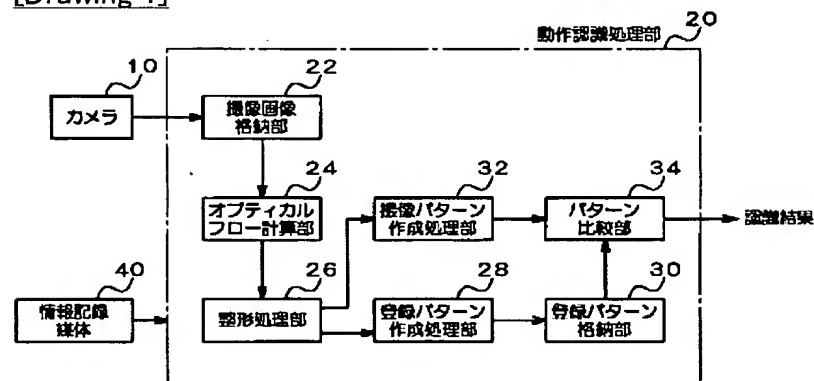
* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

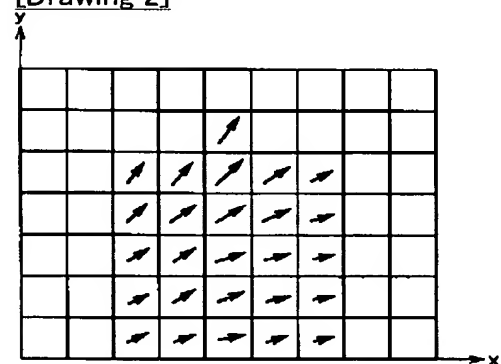
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

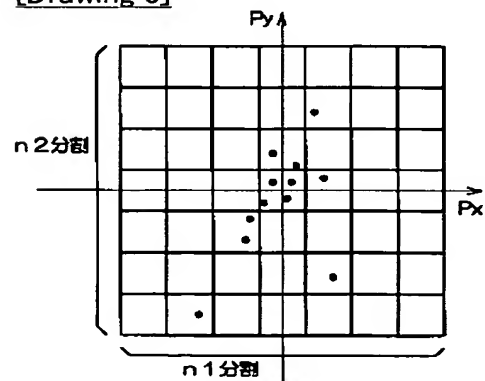
[Drawing 1]



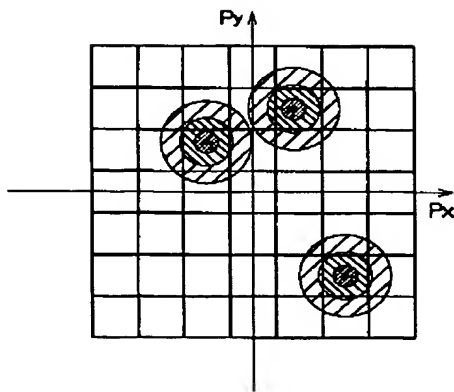
[Drawing 2]



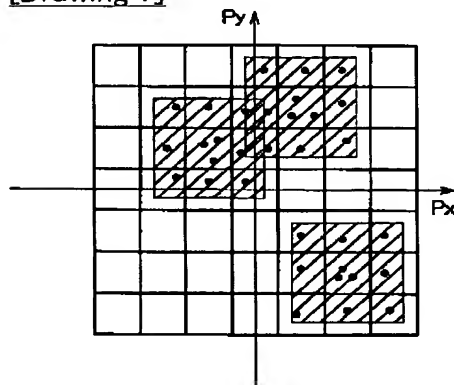
[Drawing 3]



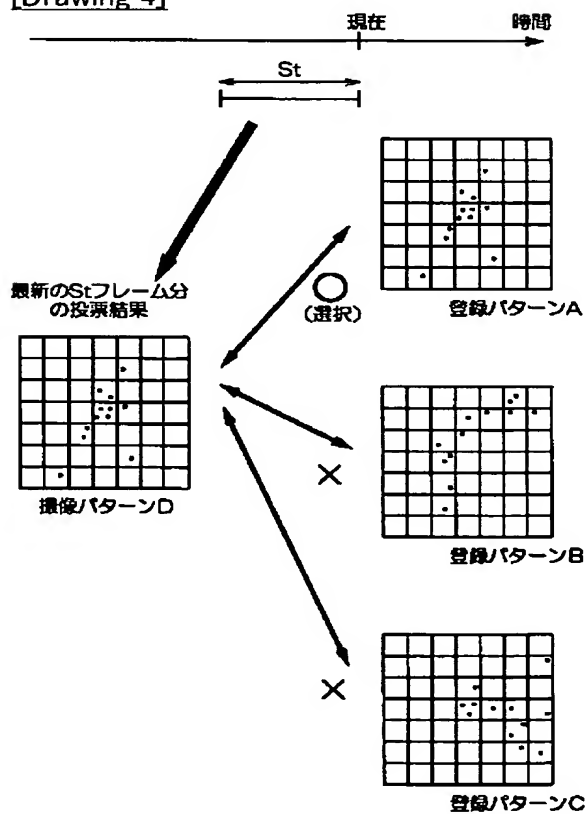
[Drawing 6]



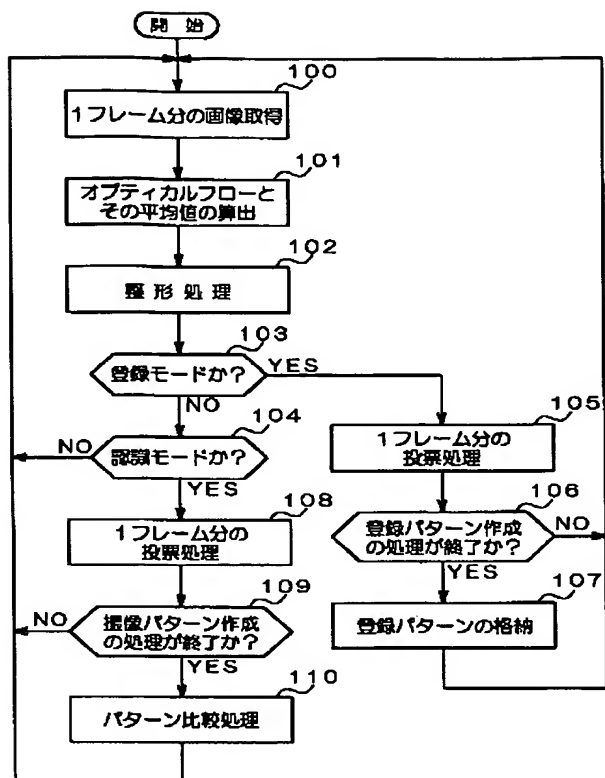
[Drawing 7]



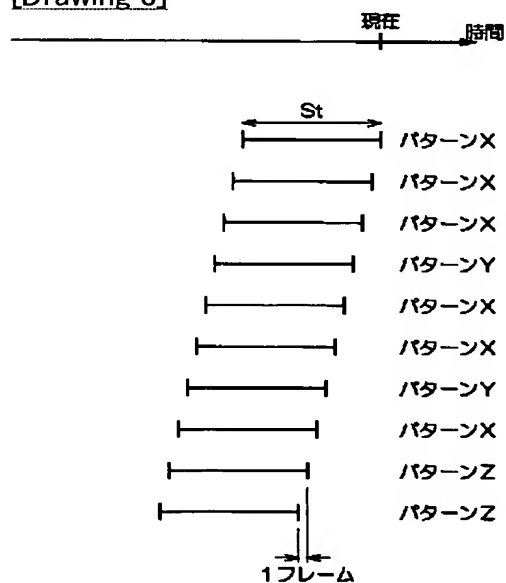
[Drawing 4]



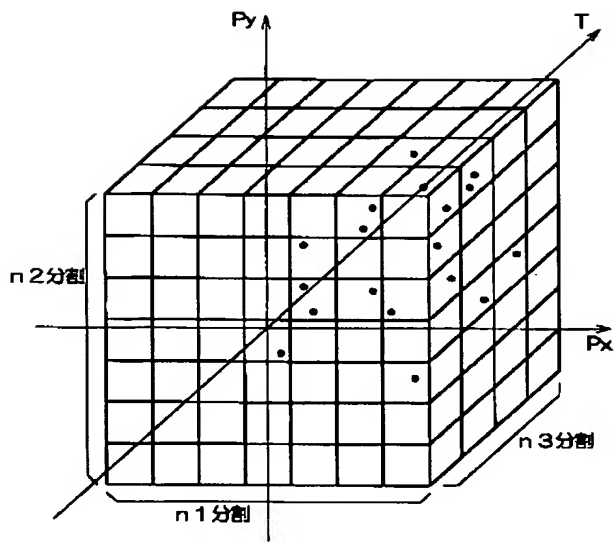
[Drawing 5]



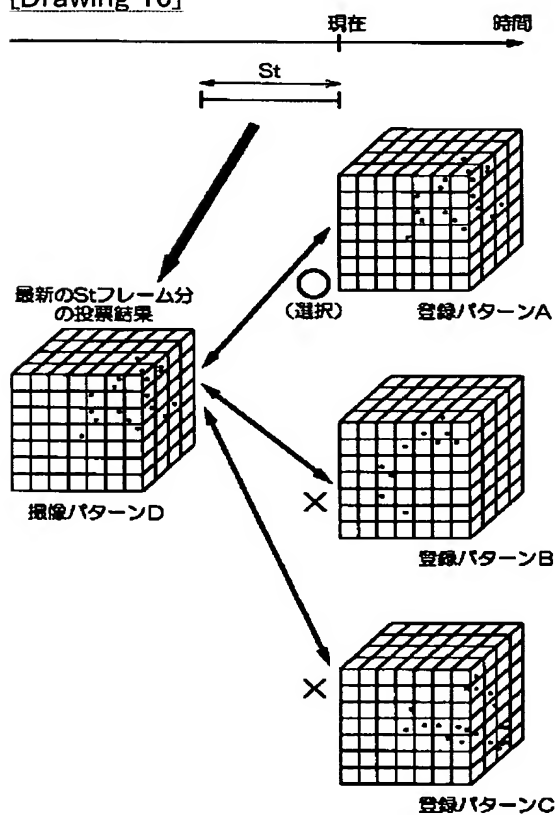
[Drawing 8]



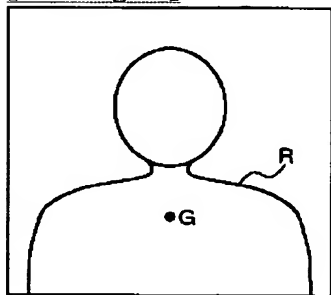
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-281543
(P2003-281543A)

(43)公開日 平成15年10月3日(2003.10.3)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 6 T 7/00
7/20

識別記号

3 0 0

F I

G 0 6 T 7/00
7/20

テ-マコ-ト*(参考)

3 0 0 E 5 L 0 9 6
B

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2002-85852(P2002-85852)

(22)出願日 平成14年3月26日(2002.3.26)

(71)出願人 000134855

株式会社ナムコ

東京都大田区多摩川2丁目8番5号

(72)発明者 佐藤 皇太郎

東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式
会社ナムコ内

(74)代理人 100103171

弁理士 雨貝 正彦

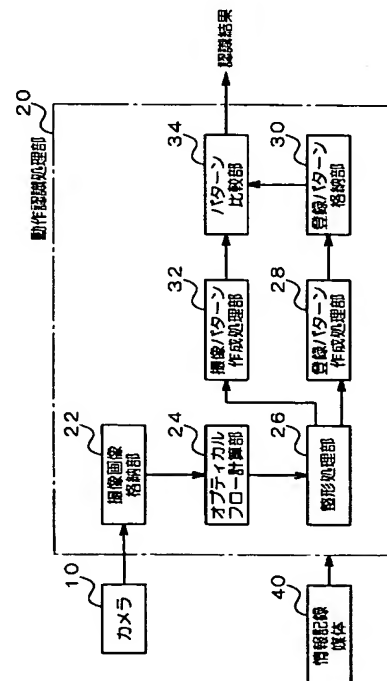
Fターム(参考) 5L096 CA04 FA32 HA04 HA07

(54)【発明の名称】 動作認識装置、動作検出方法および情報記録媒体

(57)【要約】

【課題】 処理内容が簡単で、処理時間の短縮および装置コストの削減が可能な動作認識装置、方法および情報記録媒体を提供すること。

【解決手段】 オプティカルフロー計算部24は、各フレーム毎に構成画素のオプティカルフロー(移動ベクトル)の平均値を算出する。整形処理部26は、この平均値に対して正規化処理を行う。撮像パターン作成処理部32は、正規化された値に対応する点を所定の空間の該当位置に割り当てる投票処理を行うとともに、この処理をフレームの数だけ繰り返す。また、この空間は、所定個数に分割されており、どの分割位置に点が割り当てられたかを示す撮像パターンが撮像パターン作成処理部32によって作成される。パターン比較部34は、この撮像パターンと予め登録された複数の登録パターンを比較し、最も近い登録パターンを認識結果として選択する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の撮像範囲に含まれる認識対象物を撮像する撮像手段と、
前記撮像手段によって撮像された画像の変化状態を複数のフレームのそれぞれについて算出する変化状態算出手段と、
前記変化状態を特定する複数成分の変数によって規定された空間を所定数の分割領域に分割し、前記複数のフレームのそれぞれについて算出された前記変化状態がどの分割領域に対応するかを示す撮像パターンを作成する撮像パターン作成処理手段と、
前記撮像パターン作成処理手段によって作成される前記撮像パターンと同じ要領で作成された複数の登録対象動作に対応する複数の登録パターンを格納する登録パターン格納手段と、
前記撮像パターン作成処理手段によって作成された前記撮像パターンと、予め前記登録パターン格納手段に格納された前記登録パターンとを比較し、前記撮像パターンに最も近い前記登録パターンを選択するパターン比較手段と、
を備えることを特徴とする動作認識装置。

【請求項2】 請求項1において、
前記複数のフレームは、時系列変化に対応した複数のグループに分類されており、
前記撮像パターン作成処理手段は、前記複数のグループとの対応関係がわかるように前記撮像パターンを作成することを特徴とする動作認識装置。

【請求項3】 請求項1または2において、
前記変化状態算出手段によって算出される前記変化状態は、前記フレームを構成する各画素について計算された移動ベクトルの平均値であることを特徴とする動作認識装置。

【請求項4】 請求項1または2において、
前記変化状態算出手段によって算出される前記変化状態は、前記認識対象物の重心位置のフレーム間の変化量であることを特徴とする動作認識装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかにおいて、
前記状態変化算出手段は、前記複数のフレームのそれぞれに対応する前記変化状態のばらつきの範囲が一定になるように正規化する処理を行うことを特徴とする動作認識装置。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかにおいて、
前記登録パターン格納手段に格納された前記登録パターンは、複数回の同じ登録対象動作に対応していることを特徴とする動作認識装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかにおいて、
前記撮像パターン作成処理手段は、前記変化状態算出手段によって前記フレームの変化状態が次々に算出される毎に、それ以前の所定個数の前記フレームの変化状態を用いて前記撮像パターンを作成することを特徴とする動

作認識装置。

【請求項8】 請求項7において、
前記パターン比較手段は、前記撮像パターン作成処理手段によって連続して作成されるn回分の選択結果の中にm個以上の同じ選択結果が含まれているときに、このm個以上の選択結果を採用することを特徴とする動作認識装置。

【請求項9】 請求項1～8のいずれかにおいて、
前記撮像パターンあるいは前記登録パターンに関する一のフレームの前記変化状態の対応付けは、複数の前記分割領域に対して行われることを特徴とする動作認識装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかにおいて、
前記パターン比較手段は、前記認識対象物の動作内容として一の前記登録パターンを選択した後に、所定期間選択動作を行わないことを特徴とする動作認識装置。

【請求項11】 撮像手段によって撮像された画像の変化状態を複数のフレームのそれぞれについて算出する変化状態算出手段と、

前記変化状態を特定する複数成分の変数によって規定された空間を所定数の分割領域に分割し、前記複数のフレームのそれぞれについて算出された前記変化状態がどの分割領域に対応するかを示す撮像パターンを作成する撮像パターン作成処理手段と、
前記撮像パターン作成処理手段によって作成される前記撮像パターンと同じ要領で作成された複数の登録対象動作に対応する複数の登録パターンを格納する登録パターン格納手段と、
前記撮像パターン作成処理手段によって作成された前記撮像パターンと、予め前記登録パターン格納手段に格納された前記登録パターンとを比較し、前記撮像パターンに最も近い前記登録パターンを選択するパターン比較手段と、

を備えた動作認識装置の動作認識方法であって、
前記変化状態算出手段によって前記変化状態を算出するステップと、
前記撮像パターン作成処理手段によって前記撮像パターンを作成するステップと、
前記パターン比較手段によって前記撮像パターンと前記登録パターンとを比較することによって、一の前記登録パターンを選択するステップと、
を含む動作認識方法。

【請求項12】 請求項11において、
前記複数のフレームは、時系列変化に対応した複数のグループに分類されており、
前記撮像パターン作成処理手段は、前記複数のグループとの対応関係がわかるように前記撮像パターンを作成することを特徴とする動作認識方法。

【請求項13】 請求項11または12において、
前記変化状態算出手段によって算出される前記変化状態

は、前記フレームを構成する各画素について計算された移動ベクトルの平均値であることを特徴とする動作認識方法。

【請求項14】 請求項11または12において、前記変化状態算出手段によって算出される前記変化状態は、前記認識対象物の重心位置のフレーム間の変化量であることを特徴とする動作認識方法。

【請求項15】 請求項11～14のいずれかにおいて、前記状態変化算出手段は、前記複数のフレームのそれぞれに対応する前記変化状態のばらつきの範囲が一定になるように正規化する処理を行うことを特徴とする動作認識方法。

【請求項16】 請求項11～15のいずれかにおいて、前記登録パターン格納手段に格納された前記登録パターンは、複数回の同じ登録対象動作に対応していることを特徴とする動作認識方法。

【請求項17】 請求項11～16のいずれかにおいて、前記撮像パターン作成処理手段は、前記変化状態算出手段によって前記フレームの変化状態が次々に算出される毎に、それ以前の所定個数の前記フレームの変化状態を用いて前記撮像パターンを作成することを特徴とする動作認識方法。

【請求項18】 請求項17において、前記パターン比較手段は、前記撮像パターン作成処理手段によって連続して作成される n 回分の選択結果の中に m 個以上の同じ選択結果が含まれているときに、この m 個以上の選択結果を採用することを特徴とする動作認識方法。

【請求項19】 請求項11～18のいずれかにおいて、前記撮像パターンあるいは前記登録パターンに関する一のフレームの前記変化状態の対応付けは、複数の前記分割領域に対して行われることを特徴とする動作認識方法。

【請求項20】 請求項11～19のいずれかにおいて、前記パターン比較手段は、前記認識対象物の動作内容として一の前記登録パターンを選択した後に、所定期間選択動作を行わないことを特徴とする動作認識方法。

【請求項21】 撮像手段によって撮像された画像の変化状態を複数のフレームについて算出する変化状態算出手段と、前記変化状態を特定する複数成分の変数によって規定された空間を想定するとともにこの空間を所定数の分割領域に分割し、前記複数のフレームのそれぞれについて算出された前記変化状態がどの分割領域に対応するかを示す撮像パターンを作成する撮像パターン作成処理手段

と、前記撮像パターン作成処理手段によって作成される前記撮像パターンと同じ要領で作成された複数の登録対象動作に対応する複数の登録パターンを格納する登録パターン格納手段と、

前記撮像パターン作成処理手段によって作成された前記撮像パターンと、予め前記登録パターン格納手段に格納された前記登録パターンとを比較し、前記撮像パターンに最も近い前記登録パターンを選択するパターン比較手段と、

を備える動作認識処理部に、前記変化状態算出手段によって前記変化状態を算出するステップと、

前記撮像パターン作成処理手段によって前記撮像パターンを作成するステップと、

前記パターン比較手段によって前記撮像パターンと前記登録パターンとを比較することによって、一の前記登録パターンを選択するステップと、

を実行させるプログラムを格納した情報記録媒体。

20 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被検出体の動作の内容を識別する動作識別装置、方法および情報記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】人の手や頭等の動きをカメラで撮像し、その撮像結果に基づいて動きの内容を認識する各種の技術が従来から知られている。例えば、隠れマルコフモデル（HMM）の手法を用いたり、動的計画法（DP）の手法を用いる従来技術が知られている。これらの手法を用いて人の手や頭の動きの内容を認識することにより、この認識結果に対応した各種の動作を行わせるシステム等を構築することが可能になる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した隠れマルコフモデルや動的計画法等を用いる従来手法は、処理が複雑であって、処理時間がかかるという問題があった、このため、撮影された動きに対応する一のパターンを、予め登録された多くの動作パターンの中から選択しようとする、複雑な処理を短時間で行うことが可能な高性能な処理装置が必要になり、装置が高価になってしまい、製造費等が抑えられているシステムに適用することができない。

【0004】本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、処理内容が簡単で、処理時間の短縮および装置コストを下げることができる動作識別装置、方法および情報記録媒体を提供することにある。

【0005】

50 【課題を解決するための手段】上述した課題を解決する

ために、本発明の動作認識装置は、所定の撮像範囲に含まれる認識対象物を撮像する撮像手段と、撮像手段によって撮像された画像の変化状態を複数のフレームのそれぞれについて算出する変化状態算出手段と、変化状態を特定する複数成分の変数によって規定された空間を所定数の分割領域に分割し、複数のフレームのそれぞれについて算出された変化状態がどの分割領域に対応するかを示す撮像パターンを作成する撮像パターン作成処理手段と、撮像パターン作成処理手段によって作成される撮像パターンと同じ要領で作成された複数の登録対象動作に対応する複数の登録パターンを格納する登録パターン格納手段と、撮像パターン作成処理手段によって作成された撮像パターンと、予め登録パターン格納手段に格納された登録パターンとを比較し、撮像パターンに最も近い登録パターンを選択するパターン比較手段とを備えている。

【0006】また、本発明の動作認識方法は、撮像手段によって撮像された画像の変化状態を複数のフレームについて算出する変化状態算出手段と、変化状態を特定する複数成分の変数によって規定された空間を想定するとともにこの空間を所定数の分割領域に分割し、複数のフレームのそれぞれについて算出された変化状態がどの分割領域に対応するかを示す撮像パターンを作成する撮像パターン作成処理手段と、撮像パターン作成処理手段によって作成される撮像パターンと同じ要領で作成された複数の登録対象動作に対応する複数の登録パターンを格納する登録パターン格納手段と、撮像パターン作成処理手段によって作成された撮像パターンと、予め登録パターン格納手段に格納された登録パターンとを比較し、撮像パターンに最も近い登録パターンを選択するパターン比較手段とを備えた動作認識装置において実行されるものであり、変化状態算出手段によって変化状態を算出するステップと、撮像パターン作成処理手段によって撮像パターンを作成するステップと、パターン比較手段によって撮像パターンと登録パターンとを比較することによって、一の登録パターンを選択するステップとを含んでいる。

【0007】また、本発明の情報記録媒体は、撮像手段によって撮像された画像の変化状態を複数のフレームについて算出する変化状態算出手段と、変化状態を特定する複数成分の変数によって規定された空間を想定するとともにこの空間を所定数の分割領域に分割し、複数のフレームのそれぞれについて算出された変化状態がどの分割領域に対応するかを示す撮像パターンを作成する撮像パターン作成処理手段と、撮像パターン作成処理手段によって作成される撮像パターンと同じ要領で作成された複数の登録対象動作に対応する複数の登録パターンを格納する登録パターン格納手段と、撮像パターン作成処理手段によって作成された撮像パターンと、予め登録パターン格納手段に格納された登録パターンとを比較し、撮

像パターンに最も近い登録パターンを選択するパターン比較手段とを備える動作認識処理部に、変化状態算出手段によって変化状態を算出するステップと、撮像パターン作成処理手段によって撮像パターンを作成するステップと、パターン比較手段によって撮像パターンと登録パターンとを比較することによって、一の登録パターンを選択するステップとを実行させるプログラムを格納している。

【0008】フレーム毎の撮像結果に基づいて画像の一の変化状態が算出されるため、複数フレームにわたって変化する動作内容を認識するために、フレーム数分の変化状態を算出して単純な撮像パターンを作成し、登録パターンと比較するだけで動作内容の認識を行うことができ、処理内容が簡単であって処理時間の短縮化および装置コストの低減が可能になる。

【0009】また、上述した複数のフレームは、時系列変化に対応した複数のグループに分類されており、撮像パターン作成処理手段は、複数のグループとの対応関係がわかるように撮像パターンを作成することが望ましい。これにより、一連の認識対象動作の時間的要素を取り入れた認識処理が可能になる。

【0010】また、上述した変化状態算出手段によって算出される変化状態は、フレームを構成する各画素について計算された移動ベクトルの平均値であることが望ましい。あるいは、上述した変化状態算出手段によって算出される変化状態は、認識対象物の重心位置のフレーム間の変化量であることが望ましい。これにより、撮像された1フレーム分の画像全体に対応する変化状態を知ることができるため、撮像範囲内の位置に依存しない動作内容の認識が可能になる。

【0011】また、上述した状態変化算出手段は、複数のフレームのそれぞれの対応する変化状態のばらつきの範囲が一定になるように正規化する処理を行うことが望ましい。これにより、認識対象物の動作の大きさが異なる場合であってもその大小に関係なく同一の動作内容として認識することが可能になる。

【0012】また、上述した登録パターン格納手段に格納された登録パターンは、複数回の同じ登録対象動作に対応していることが望ましい。一の登録パターンを作成するために複数回の同じ動作を繰り返し行うことにより、人の動作の不確かさ等を考慮した曖昧な認識動作を実現することができる。

【0013】また、上述した撮像パターン作成処理手段は、変化状態算出手段によってフレームの変化状態が次々に算出される毎に、それ以前の所定個数のフレームの変化状態を用いて撮像パターンを作成することが望ましい。これにより、連続的に次々に動作内容の認識を行うことが可能になるため、認識対象動作を実施する前に行う特定の操作（スポッティング操作）が不要になる。

【0014】また、上述したパターン比較手段は、撮像

パターン作成処理手段によって連続して作成される n 回分の選択結果の中に m 個以上の同じ選択結果が含まれているときに、この m 個以上の選択結果を採用することが望ましい。これにより、突然に発生する誤認識を低減することが可能になる。

【0015】また、上述した撮像パターンあるいは登録パターンに関する一のフレームの変化状態の対応付けは、複数の分割領域に対して行われることが望ましい。これにより、一の変化状態が算出されたときに、空間的なばかしの加える効果が生じるため、変化状態を一の分割領域に無理に割り当てることにより生じる誤認識を防止することができる。

【0016】また、上述したパターン比較手段は、認識対象物の動作内容として一の登録パターンを選択した後に、所定期間選択動作を行わないことが望ましい。これにより認識対象動作が切り替わる際の不要な動作等に対して認識処理を実施してしまうことを回避することができるため誤認識を防止することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した一実施形態の動作認識装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

〔第1の実施形態〕図1は、第1の実施形態の動作検出装置の構成を示す図である。図1に示す動作認識装置は、カメラ10、動作認識処理部20および情報記録媒体40を含んで構成されている。

【0018】カメラ10は、撮像範囲に含まれる動作認識対象者の身体やこの動作認識対象者が所持する各種の道具（例えば棒）などを所定の時間間隔で撮像するためのものである。動作認識処理部20は、認識対象物を撮像した画像データがカメラ10から入力され、この画像データに基づいて認識対象物の動作内容を認識する。このために、動作認識処理部20は、撮像画像格納部22、オプティカルフロー計算部24、整形処理部26、登録パターン作成処理部28、登録パターン格納部30、撮像パターン作成処理部32、パターン比較部34を含んで構成されている。

【0019】撮像画像格納部22は、カメラ10から所定の時間間隔で入力される各フレーム毎の画像データを格納する。オプティカルフロー計算部24は、連続した2フレームに対応する画像データを撮像画像格納部22から読み出して、所定の微小領域毎のオプティカルフローを計算する。ここで、オプティカルフローとは、微小領域毎に計算された移動ベクトルであり、画像データに対応する各画素毎に対応した値が計算される。この2フレーム分の画像データに対応する1セットのオプティカルフローの計算は、カメラ10から1フレーム分の画像データが出力される間隔毎に、このフレームと1つ前のフレームとの各画像データを用いて行われる。

【0020】図2は、オプティカルフローの具体例を示

す図である。図2に示す各区画が1フレームを構成する各画素を示しており、その中に描かれた矢印がその画素の移動ベクトルを示している。なお、矢印が描かれていない領域は、移動ベクトルの大きさが0、すなわち動きがない画素を示している。図2に示すように、1フレームを構成する各画素毎の移動ベクトルがオプティカルフローとして計算される。

【0021】また、オプティカルフロー計算部24は、2フレーム分の画像データに対応する1セットのオプティカルフローの平均値を計算する。例えば、図2に示す各画素の座標を (x_n, y_n) ($n=0, 1, 2, \dots$)とし、この座標の画素のオプティカルフローの値（移動ベクトルの X 成分と Y 成分）を F_{x_n}, F_{y_n} とし、各成分の平均値 $F_{x_{ave}}, F_{y_{ave}}$ が計算される。

【0022】整形処理部26は、認識対象となる所定数のフレームのそれぞれについて計算された1セットのオプティカルフローの平均値の分布が所定の範囲の全体に広がるように、オプティカルフロー計算部24で計算された平均値に所定の倍率 L_X, L_Y を乗算する整形処理を行う。

【0023】登録パターン作成処理部28は、登録パターン作成用の動作がカメラ10によって所定数のフレーム分撮像されて整形処理部26からこれらの各フレームに対応する整形後の値（入力値）が出力されたときに、それぞれの入力値の X 成分 $P_x (= F_{x_{ave}} \times L_X)$ と Y 成分 $P_y (= F_{y_{ave}} \times L_Y)$ を所定の平面上の四角形領域内にプロットした登録パターンを作成する。

【0024】図3は、登録パターン作成処理部28によって作成された登録パターンの具体例を示す図である。図3において、横軸に P_x が、縦軸に P_y がそれぞれ対応しており、各フレーム毎の入力値に1つの点に対応している。図3に示した例では、所定の四角形領域内に12個の点が含まれているため、12個の入力値、すなわち12フレーム分の動作に対応した情報が含まれていることになる。

【0025】また、この四角形領域は、水平方向が n_1 分割され、垂直方向が n_2 分割されており、全体が $n_1 \times n_2$ 個の分割領域が設定されている。本実施形態では、各分割領域にプロットされた点の数によって、1種類の登録パターンが設定されている。なお、本明細書では、該当する分割領域に点をプロットする処理を「投票処理」と称する。

【0026】登録パターン格納部30は、登録パターン作成処理部28によって作成された複数種類の動作のそれぞれに対応した複数の登録パターンを格納する。上述したように、各登録パターンには、図3に示した各分割領域に含まれる点の数を示す情報が含まれている。

【0027】撮像パターン作成処理部32は、認識対象動作がカメラ10によって所定数のフレーム分撮像された整形処理部26からこれらのフレームに対応する整形

後の入力値が入力されたときに、それぞれの入力値のX成分 P_x とY成分 P_y を所定の平面上の四角形領域内にプロットした撮像パターンを作成する。なお、本明細書では、認識対象動作の画像データに基づいて投票処理を行った結果を「撮像パターン」と称して説明を行うものとする。

【0028】この撮像パターンの作成要領は、上述した登録パターンの作成要領と同じであり、認識対象となる動作について、図3に示した各分割領域毎の点の数を求める処理が行われる。また、図3に示すように、水平方向が n_1 分割され、垂直方向が n_2 分割されており、各分割領域にプロットされた点の数を数えることによって、1つの撮像パターンが作成されている。

【0029】パターン比較部34は、登録パターン格納部30に格納されている複数種類の動作のそれぞれに対応した登録パターンと、撮像パターン作成処理部32によって作成された認識対象動作に対応する撮像パターンとを比較し、撮像パターンに最も近い登録パターンを抽出する。例えば、この比較は、図3に示した四角形領域内の各分割領域毎に点の数の差を求め、さらにこの差の二乗を全ての分割領域についての累積値（単に差の絶対値の累積値を用いてもよい）の大小に基づいて行われる。すなわち、この累積値が0ということは、撮像パターンとこの登録パターンとが完全に一致していることを示しているため、このような登録パターンが存在する場合にはこの登録パターンが比較結果として選択される。また、累積値が0になった登録パターンが存在しない場合には、累積値が最も小さな登録パターンが比較結果として選択される。

【0030】図4は、パターン比較部34による比較動作の概要を示す図である。図4では、予め3種類のパターンA、B、Cが登録パターンとして登録されているものとする。最新の S_t フレームに対応する撮像パターンDが入力されると、パターン比較部34は、登録パターンA、B、Cのそれぞれと撮像パターンDとを比較し、各分割領域の点の数の差を二乗した累積値が最も小さな登録パターンAを選択する。

【0031】情報記録媒体40は、動作認識処理部20によって行われる認識処理の実施に必要なプログラムや登録パターンのデータを格納するためのものである。この情報記録媒体40は、CD（コンパクトディスク）等の光学式のディスク型記憶媒体や、ROM、RAM等の半導体メモリ、あるいはハードディスク装置などを用いて構成されている。

【0032】例えば、情報記録媒体40として一連の動作認識用のプログラムを格納したROMやRAMを考えた場合には、動作認識処理部20に含まれるオブティカルフロー計算部24、整形処理部26、登録パターン作成処理部28、撮像パターン作成処理部32、パターン比較部34は、このプログラムをCPUによって実行す

ることにより実現することができ、撮像画像格納部22および登録パターン格納部30は、画像データや登録パターンデータを格納するRAMによって実現することができる。

【0033】上述したカメラ10が撮像手段に、オブティカルフロー計算部24、整形処理部26が変化状態算出手段に、撮像パターン作成処理部32が撮像パターン作成処理手段に、登録パターン格納部30が登録パターン格納手段に、パターン比較部34がパターン比較手段にそれぞれ対応する。

【0034】本実施形態の動作認識装置はこのような構成を有しており、次にその動作を説明する。図5は、本実施形態の動作認識装置による動作内容の認識処理の概略的な動作手順を示す流れ図である。認識対象物を含む1フレーム分の画像がカメラ10によって撮像されて取得されると、撮像画像格納部22は、この撮像によって取得された画像データを撮像画像格納部22に格納する（ステップ100）。

【0035】次に、オブティカルフロー計算部24は、撮像画像格納部22に格納された2フレーム分の画像データに対応する1セットのオブティカルフローとその平均値を算出し、認識対象となる1フレームの画像データに対応する一組の平均値 F_{xave} 、 F_{yave} を出力する（ステップ101）。また、整形処理部26は、この平均値に対して所定の倍率 L_X 、 L_Y を乗算する整形処理を行って、一組の入力値 P_x 、 P_y を出力する（ステップ102）。

【0036】次に、登録パターン作成処理部28は登録モードが指定されているか否かを判定し（ステップ103）、撮像パターン作成処理部32は認識モードが指定されているか否かを判定する（ステップ104）。本実施形態の動作認識装置では、カメラ10による撮像を行う前に、「登録モード」と「認識モード」のいずれかが選択的に指定されるものとする。「登録モード」が指定されている場合には、登録パターン作成処理部28は、ステップ103の判定において肯定判断を行い、次に、1フレーム分の撮像画像に対応する投票処理を実施する（ステップ105）。例えば、図3に示した四角形領域全体が完成された登録パターンである場合には、1フレーム分の撮像画像に対応する投票処理としては、この1フレームに対応する1つの点をプロットして、該当する分割領域に割り当てる処理が行われる。

【0037】1フレーム分の登録処理が終了すると、登録パターン作成処理部28は、1つの登録パターン作成に関する一連の処理が終了したか否かを判定する（ステップ106）。1つの登録パターンに対応する時間、すなわちフレーム数 S_t が設定されているものとする、この S_t 個のフレーム分の処理が終了していない場合には、ステップ106の判定において否定判断が行われ、ステップ100に戻って1フレーム分の画像データの取

得、格納動作以降の処理が繰り返される。また、 S 個のフレーム分の処理が終了した場合には、ステップ106の判定において肯定判断が行われ、次に、登録パターン作成処理部28は、 S 個のフレームに対応する1つの登録パターンを作成し、これを登録パターン格納部30に格納する(ステップ107)。その後、ステップ100に戻って1フレーム分の画像データの取得、格納動作以降の処理が繰り返される。このようにして、認識対象となる一あるいは複数の登録パターンについての登録処理が行われる。

【0038】一方、「認識モード」が指定されている場合には、撮像パターン作成処理部32は、ステップ104の判定において肯定判断を行い、次に、撮像パターン作成処理部32は、1フレーム分の撮像画像に対応する投票処理を実施する(ステップ108)。上述した登録パターンについて行った投票処理と同様に、例えば、図3に示した四角形領域全体が完成された認識対象動作の撮像パターンである場合には、1フレーム分の撮像画像に対応する投票処理としては、この1フレームに対応する1つの点をプロットして、該当する分割領域に割り当てる処理が行われる。

【0039】1フレーム分の投票処理が終了すると、撮像パターン作成処理部32は、1つの認識対象動作に対応する一連の撮像パターンに関する処理が終了したか否かを判定する(ステップ109)。 S 個のフレーム分の処理が終了していない場合には、ステップ109の判定において否定判断が行われ、ステップ100に戻って1フレーム分の画像データの取得、格納動作以降の処理が繰り返される。また、 S 個のフレーム分の処理が終了した場合には、ステップ109の判定において肯定判断が行われ、次に、パターン比較部34は、認識対象動作に対応する一連の撮像パターンと、登録パターン格納部30に格納されている各登録パターンとを比較し、差が最も小さな登録パターンを認識対象動作に対する認識結果として選択する(ステップ110)。

【0040】本実施形態の動作認識装置では、カメラ10によって撮像された各フレーム毎に認識対象物の動き成分が一組算出され、この動き成分に対応する分割領域を判定することにより作成した撮像パターンを用いて、予め登録された複数の比較パターンに対する比較動作を行っている。このように、フレーム毎の撮像結果に基づいてオプティカルフローの平均値が算出されるため、複数フレームにわたって変化する動作内容を認識するために、フレーム数分の各平均値を算出して単純な撮像パターンを作成し、登録パターンと比較するだけで動作内容の認識を行うことができ、処理内容が簡単であって処理時間の短縮化および装置コストの低減が可能になる。

【0041】ところで、上述した本実施形態の説明では、登録パターンを作成するために、一連の動作を1回だけ実施するようにしたが、人の手や頭の動きを認識す

る場合等においては、同じ人が同じ動きを行っても毎回正確に同じ動きを再現することは難しく、ある程度の曖昧さを許容する認識手法が望まれる場合もある。

【0042】このような曖昧さを許容する場合の手法として、以下に示す手法1あるいは手法2を採用するようにしてもよい。

(手法1) 登録パターンを作成する際に、同じ動作を複数回繰り返して登録パターンを作成する。例えば、同じ動作を3回繰り返す場合を考えると、1回目の動作に対応して図3に示した登録パターンが作成された後、2回目および3回目の動作に対応して同じ登録パターンを重ねて投票処理を行うようにする。3回の動作が全く同一であれば、図3に示した各分割領域に含まれる点の数が正確に3倍になるが、動作にばらつきが生じた場合には、各点が含まれる分割領域に所定の広がりが生じる。したがって、次に認識対象動作に対する比較動作を行ったときに、上述した3回の登録動作のいずれかに近い場合には選択される可能性が高くなる。

【0043】(手法2) 登録パターンを作成する際、あるいは認識対象動作に対応する撮像パターンを作成する際の投票処理において空間的なばかし処理を行うようにする。図6は、空間的なばかし処理を行った場合の投票処理の具体例を示す図である。図6に示した例では、3つのフレームに対応した3回の投票処理が行われた場合が示されている。所定の広がりを持つ各円の中心が投票を行う際の中心であり、これらの中心の周りに所定の半径を有する円が描かれている。この円は、中心に近づくほど密度が濃く、周辺に近づくほど密度が薄くなっている(図6では、ハッチングの間隔が狭いほど密度が濃く、間隔が広がるほど密度が薄いものとする)。各分割領域に含まれる円の面積と密度を考慮して、各分割領域に対する投票結果が決定される。すなわち、図3に示した例では、1フレームに対応する1回の投票では、いずれかの分割領域に対して投票が行われたが、図6に示す例では、1フレームに対応する1回の投票で、複数の分割領域に対して投票が行われる。なお、各分割領域に対する投票の方法については、いくつかの具体例が考えられる。例えば、円の一部が含まれる各分割領域毎に正確にその面積と密度を乗算した結果を投票結果とする場合や、円心が含まれる分割領域に所定の数値 a を対応させ、それ以外の円の一部が含まれる各分割領域に所定の数値 b ($b < a$) を対応させる場合が考えられる。

【0044】図7は、空間的なばかし処理を行った場合の投票処理の他の具体例を示す図である。図7に示した例では、ハッチングが付された四角形全体が1フレームに対応する1回の投票結果を示している。すなわち、図3に示した例では1回の投票処理において一の分割領域に1つの点をプロットしたのに対し、図7に示した例では1回の投票処理において、投票値が含まれる分割領域に3つの点をプロットし、その周囲の8個の各分割領域

に1つの点をプロットする。このようにしても、図6に示した所定の半径を有する円を用いて投票処理を行った場合と同等の結果を得ることが可能になる。

【0045】また、認識対象動作が切り替わる場合等には、登録パターンと直接関係しない様々な動きがカメラ10によって撮像されるため、この様々な動きがノイズとなって現れる場合が考えられる。図8は、認識結果に含まれるノイズを除去する方法の具体例を示す図である。図8に示すように、カメラ10から各フレームの画像データが出力される毎に、このフレームを含む直前の10 Stフレームを用いた比較処理を実施して、撮像パターンに最も近い登録パターンを抽出する。この抽出処理を各フレーム毎に繰り返し、例えば、直前に抽出された8回(=n)の登録パターンに着目したときに、同じ登録パターンが6回(=m)以上含まれている場合にこの登録パターンを認識結果として決定する。図8に示す例では、最近の8回の認識結果としてパターンXが6回、パターンYが2回抽出されているため、パターンXがこの時点における最終的な認識結果として決定される。このようにして、認識結果に含まれるノイズの低減が可能になる。図8に示した例では、2回抽出されたパターンYがノイズとして除去される。

【0046】〔第2の実施形態〕上述した第1の実施形態では、認識対象動作の全範囲について同じ要領で投票を行っているため、認識対象動作に含まれる各動作の時間的要素は考慮されていない。したがって、動作Aと動作Bからなる認識対象動作があったときに、動作Aを先に行う場合と動作Bを先に行う場合は同じ認識結果となる。これに対し、第2の実施形態の動作認識装置では、認識対象動作に含まれるSt個のフレームをn分割し、St/nフレーム毎に投票処理を行うことにより、認識対象動作に含まれる各動作の時間的要素を考慮した認識処理を可能としている。なお、第2の実施形態の動作認識装置の基本構成は図1に示した第1の実施形態の動作認識装置と同じであり、詳細な説明は省略する。

【0047】図9は、第2の実施形態の登録パターンおよび撮像パターンの作成要領を示す図である。図9では、認識対象動作に含まれるSt個のフレームがn3分割(例えば4分割)されており、St/n3フレーム毎の投票結果が時間軸Tに沿って並べられている。

【0048】図10は、パターン比較部34による比較動作の概要を示す図である。図10では、時間的要素が考慮された3種類のパターンA、B、Cが登録パターンとして予め登録されているものとする。最新のStフレームに対応する撮像パターンDが入力されると、パターン比較部34は、登録パターンA、B、Cのそれぞれと撮像パターンDとを比較し、各分割領域の点の数の差を二乗した累積値が最も小さな登録パターンAを選択する。

【0049】このように、認識対象動作に対応するSt

個のフレームをn3分割し、分割されたそれぞれに対応する複数フレーム毎に投票処理を行うことにより、認識対象動作を構成する複数の動作について順番等の時間適用をも考慮した動作内容の認識を行うことが可能になる。

【0050】なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、登録パターンおよび撮像パターンのそれぞれを所定個数のフレームを用いて作成したが、登録パターンを作成した際の動作の継続時間と、撮像パターンを作成した際の動作の継続時間とが異なる場合には、撮像パターンを作成した際の動作の継続時間を計算によって短縮あるいは延長して動作の継続時間を一致させるようにしてもよい。例えば、一の撮像位置に対応するオプティカルフローの値が各フレームに対応して離散値として計算されたときに、これらの離散値を用いた補間処理(直線補間処理やスプライン補間処理等)を行って、フレーム数の変換を行うようにすればよい。

【0051】また、上述した実施形態では、カメラ10から入力される画像を用いて認識対象動作の内容を連続的に認識する場合の動作を説明したが、上述したように認識対象動作が切り替わる際に認識結果にノイズが含まれるため、これを防止するために、1回の認識処理が終了して認識結果が出力された後に、一定期間(例えば3秒間)認識処理を停止して、誤認識によるノイズの発生を抑えるようにしてもよい。

【0052】また、上述した実施形態では、オプティカルフローの平均値を求めて各フレーム毎の画像の変化状態を検出するようにしたが、それ以外の方法、例えば各フレーム毎に認識対象物の重心を求め、この重心位置がフレーム間で移動する量を検出した後正規化処理を行って投票処理を行うようにしてもよい。

【0053】図11は、フレームに含まれる認識対象物の重心を求める場合の具体例を示す図である。図11に示すような認識対象物の重心Gを求めるには、予め前処理を行って認識対象物の輪郭Rを抽出する必要がある。例えば、背景色を白等に設定した場合には、各画素の輝度と所定の閾値とを比較することにより認識対象物のみを抽出することができ、この認識対象物の輪郭Rの内部に存在する画素について重心Gを求めることが可能になる。このようにして求められた重心Gの連続2フレーム間の差(変化量)を用いて投票処理を行うようにしてもよい。

【0054】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、フレーム毎の撮像結果に基づいて画像の一の変化状態が算出されるため、複数フレームにわたって変化する動作内容を認識するために、フレーム数分の変化状態を算出して単純な撮像パターンを作成し、登録パターンと比較する

だけで動作内容の認識を行うことができ、処理内容が簡単であって処理時間の短縮化および装置コストの低減が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の動作検出装置の構成を示す図である。

【図2】オプティカルフローの具体例を示す図である。

【図3】登録パターン作成処理部によって作成された登録パターンの具体例を示す図である。

【図4】パターン比較部による比較動作の概要を示す図である。

【図5】本実施形態の動作認識装置による動作内容の認識処理の概略的な動作手順を示す流れ図である。

【図6】空間的なぼかし処理を行った場合の投票処理の具体例を示す図である。

【図7】空間的なぼかし処理を行った場合の投票処理の他の具体例を示す図である。

【図8】認識結果に含まれるノイズを除去する方法の具

体例を示す図である。

【図9】第2の実施形態の登録パターンおよび撮像パターンの作成要領を示す図である。

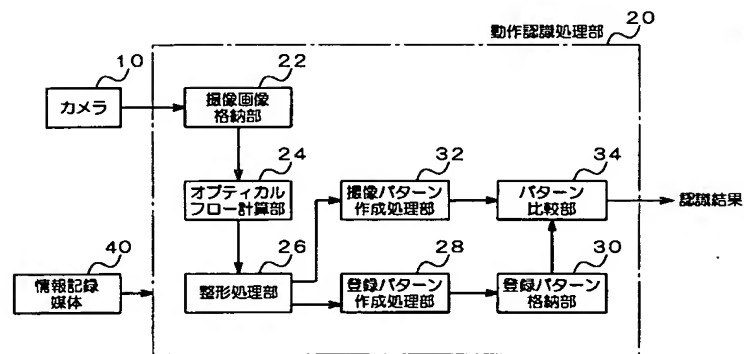
【図10】パターン比較部による比較動作の概要を示す図である。

【図11】重心の変化量を用いる場合の具体例を示す図である。

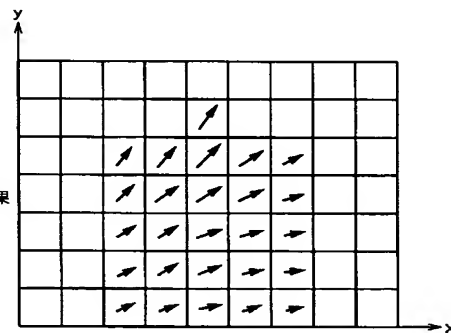
【符号の説明】

- 10 カメラ
- 20 動作認識処理部
- 22 撮像画像格納部
- 24 オプティカルフロー計算部
- 26 整形処理部
- 28 登録パターン作成処理部
- 30 登録パターン格納部
- 32 撮像パターン作成処理部
- 34 パターン比較部

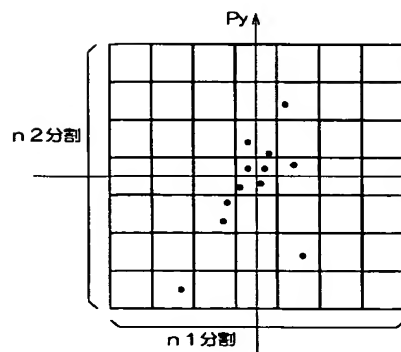
【図1】



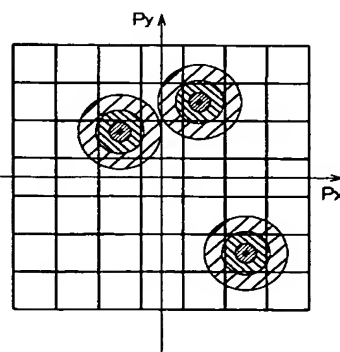
【図2】



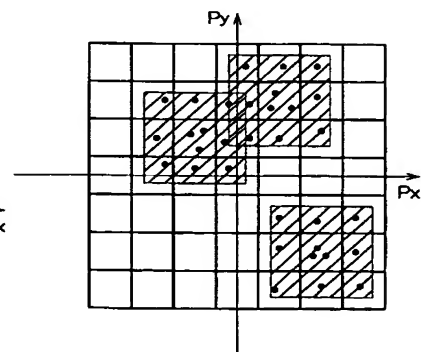
【図3】



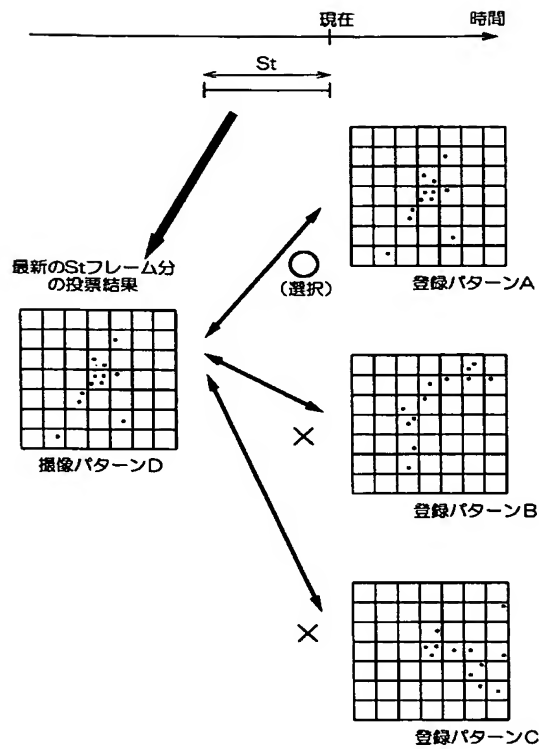
【図6】



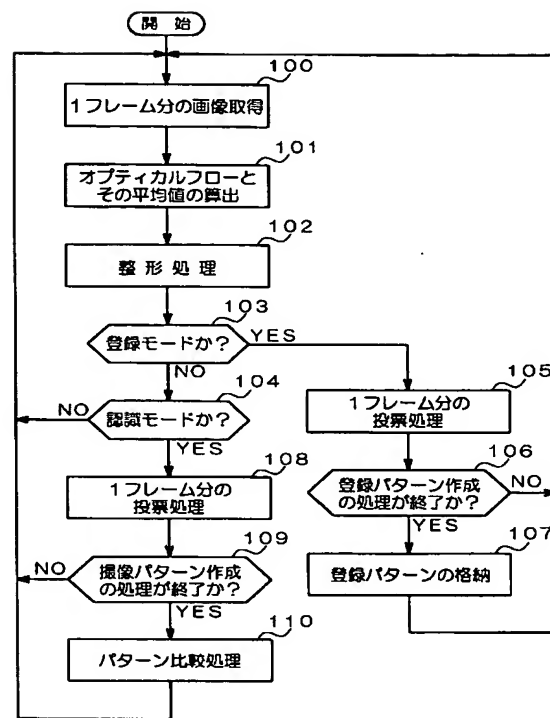
【図7】



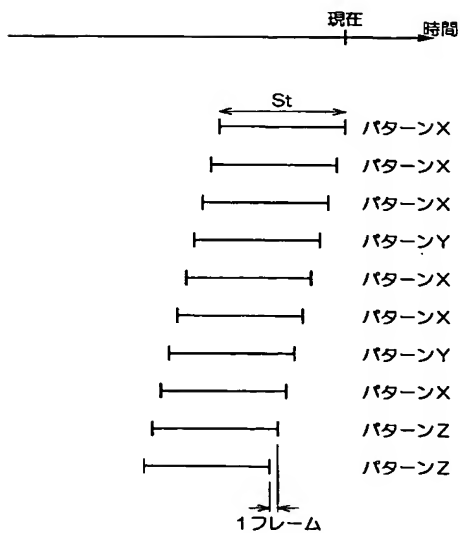
【図4】



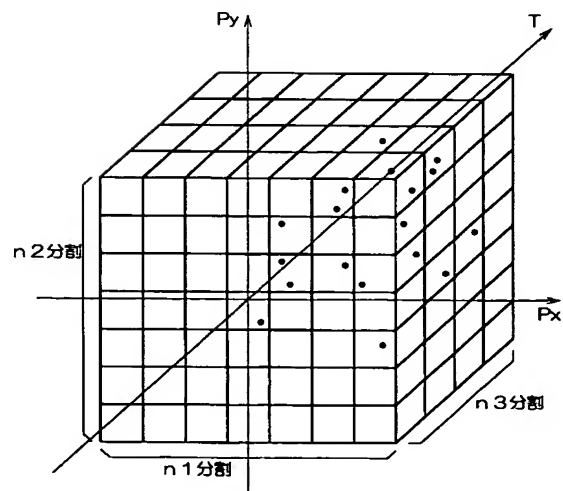
【図5】



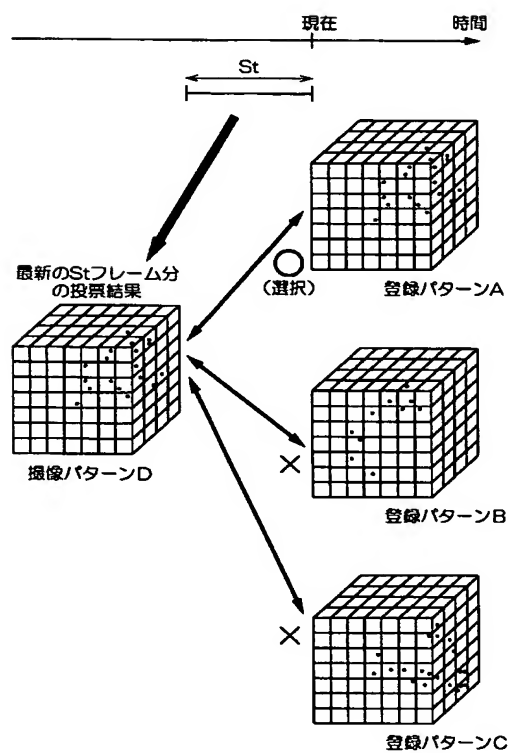
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

